



EJU

PCT/FR00/00108

REC'D 01 FEB 2000

WIPO

PCT

BREVET D'INVENTION

09/869635**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **29 DEC. 1999**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIÈGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopieur : 01 47 09 60 90

DATE DE REMISE DES PIÈCES 20 JAN 1999 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL 99 00575 - DÉPARTEMENT DE DÉPÔT 75 DATE DE DÉPÔT 20 JAN. 1999		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS 422-5/S002	
2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle <input checked="" type="checkbox"/> brevet d'invention <input type="checkbox"/> demande divisionnaire <input type="checkbox"/> certificat d'utilité <input type="checkbox"/> transformation d'une demande de brevet européen Établissement du rapport de recherche <input type="checkbox"/> différé <input checked="" type="checkbox"/> immédiat Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Titre de l'invention (200 caractères maximum) PROCÉDE ET APPAREIL DE DISCRIMINATION DE COMBUSTIBLES NUCLEAIRES.		3 DEMANDEUR (S) n° SIREN code APE-NAF Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE Etablissement de Caractère Scientifique, Technique et Industriel COMPAGNIE GENERALE DES MATIERES NUCLEAIRES Nationalité (s) Française Adresse (s) complète (s) 31, 33 rue de la Fédération 75015 PARIS 2 rue Paul Dautier 78140 VELIZY-VILLACOUBLAY France FRANCE En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre <input type="checkbox"/>	
4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée		5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES <input type="checkbox"/> requise pour la 1ère fois <input type="checkbox"/> requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission	
6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE pays d'origine numéro date de dépôt nature de la demande			
7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n° date n° date			
8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (nom et qualité du signataire) G. POULIN 422-5/S002 R. SIGNORE		SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION SIGNATURE APRES ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI	

DIVISION ADMINISTRATIVE DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 Paris Cédex 08

Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

B 13178.3/JCI

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

99.00575 du 20.01.1999

TITRE DE L'INVENTION :

**PROCEDE ET APPAREIL DE DISCRIMINATION DE COMBUSTIBLES
NUCLEAIRES.**

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

G. POULIN
c/o BREVATOME
25 rue de Ponthieu
75008 PARIS

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

Alain LEBRUN 10 Impasse du Rouge Gorges
13490 JOUQUES

Gilles BIGNAN 56 pré de ville
13650 MEYRARGUES

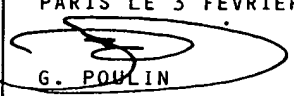
Sylvain VAUBAILLON 78 av. Simon Bolivar
75019 PARIS

FRANCE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

PARIS LE 3 FEVRIER 1999


G. POULIN

PROCÉDÉ ET APPAREIL DE DISCRIMINATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES

DESCRIPTION

L'invention ressortit à un procédé et à un
5 appareil de discrimination de combustibles nucléaires
d'après leur composition initiale, avant qu'elle n'ait
été modifiée par la combustion.

Les combustibles nucléaires habituels
contiennent de l'oxyde d'uranium comme élément fissile.
10 Un autre combustible, comprenant un mélange d'oxyde
d'uranium et d'oxyde de plutonium, voit cependant son
utilisation se développer. On éprouve alors le besoin
d'appareils permettant de reconnaître qu'un élément
combustible de réacteur nucléaire contient du
15 combustible de l'un ou de l'autre genre. On peut
exploiter pour cela les différences entre les
rayonnements que ces combustibles émettent, mais les
difficultés à surmonter ne permettent à première vue
pas d'établir un diagnostic sûr.

20 Le combustible ne contenant que de l'oxyde
d'uranium n'émet pas de neutrons à l'état neuf ou non
irradié, contrairement au combustible contenant de
l'oxyde de plutonium. Il semble donc facile de faire la
discrimination entre les deux genres de combustibles
25 d'après ce critère, mais cela devient impossible avec
des combustibles irradiés, qui émettent tous des
neutrons. Le rayonnement gamma également émis par les
combustibles nucléaires ne permet pas davantage de les
discriminer puisque son intensité est identique pour
30 les deux compositions de combustibles envisagées ici
mais qu'elle aussi dépend fortement de l'irradiation du

combustible, et même de la durée du refroidissement, quand le combustible a été extrait du réacteur pour être examiné.

Il existe un appareil pourvu de détecteurs
5 de rayonnement gamma et neutronique, mais qui n'est pas
destiné normalement à faire de la discrimination de
combustibles. Les mesures de rayonnement sont
indépendantes et servent à évaluer le taux
d'irradiation ou de combustion du combustible pour
10 vérifier qu'il n'est pas épuisé. C'est le rayonnement
gamma total qu'on mesure pour exploiter sa décroissance
avec le temps de refroidissement, en déduisant le taux
de combustion de la forme de la fonction de
décroissance.

15 Si la composition du combustible n'est pas
connue avec précision, les auteurs de cet appareil
antérieur proposent une méthode aux neutrons « actifs »
à la place de la mesure du rayonnement neutronique émis
par le combustible : cette méthode consiste à disposer
20 une source de neutrons à côté du combustible et à
mesurer le débit de neutrons qui traverse le
combustible ; l'appareil est divisé en deux parties de
part et d'autre du combustible, dont l'une porte la
source de neutrons et l'autre le détecteur. L'appareil
25 devient alors volumineux et intransportable en
pratique ; il reste donc immobile et chaque élément de
combustible est apporté devant lui. Cela oblige à
sortir chaque élément (en général, un faisceau
d'aiguilles très longues) de l'alvéole dans lequel il
30 est entreposé, et de le faire passer devant l'appareil
avant de le remettre à sa place. Ces longues
manipulations rendent les campagnes de mesures
fastidieuses, accroissent le temps d'inactivité du

réacteur et risquent de détériorer les éléments. On ne peut accepter de procéder ainsi pour discriminer du combustible, où on craint surtout des substitutions par malveillance, notamment pour dérober du plutonium, et
5 où l'auteur de la substitution peut être habile et vouloir cacher son acte en remplaçant le combustible par un autre aux propriétés d'émission peu différentes, ou seulement quelques aiguilles de l'assemblage. Les mesures doivent être précises et menées avec soin, ce
10 qui impose de prendre du temps pour s'assurer des bonnes conditions opératoires ou pour prendre des mesures supplémentaires par précaution. On veut donc se dispenser de manoeuvrer longuement les éléments de combustible et se contenter de les sortir partiellement
15 de leurs alvéoles, en transportant l'appareil devant chaque élément.

On doit souligner que la méthode aux neutrons actifs est insensible à la composition du combustible, mais qu'elle ne renseigne pas sur cette
20 composition et qu'elle remplace la méthode de mesure des neutrons émis en fournissant le même résultat.

Il convient donc de satisfaire au besoin de mesures assez rapides pour discriminer le combustible au moyen d'un appareil mobile, sans oublier que
25 l'appareil et le combustible restent immergés et qu'il est donc difficile de s'assurer de la position précise de celui-là. Une solution est proposée avec l'appareil sujet de l'invention.

Le procédé proposé diffère de celui de
30 l'appareil antérieur en ce qu'il est fondé sur la corrélation des deux mesures de rayonnements pour obtenir un autre résultat. Il s'agit d'un procédé de discrimination de combustibles nucléaires d'après leurs

compositions, caractérisé en ce qu'il consiste à mesurer deux rayonnements émis par le combustible, à déduire un taux de combustion du combustible à partir de la valeur mesurée d'un des rayonnements en supposant
5 que le combustible est d'une composition (initiale) déterminée, à estimer une valeur d'émission de l'autre des rayonnements en fonction de la composition supposée et du taux de combustion déduit du combustible, à comparer cette valeur estimée d'émission à la valeur
10 mesurée de l'autre des rayonnements, à conclure que la composition supposée du combustible est la composition (initiale) réelle si les valeurs composées sont proches, et que le combustible a une autre composition sinon.

15 Dans le cas principalement envisagé, un des rayonnements est neutronique et l'autre des rayonnements est un rayonnement gamma sur une bande d'énergie d'émission d'au moins un élément radioactif à vie longue.

20 En effet, si le rayonnement gamma varie de la même façon pour les deux compositions de combustible en fonction du taux de combustion, le rayonnement neutronique est toujours plus important pour le combustible mixte à mesure qu'augmente le taux de
25 combustion. Le rayonnement neutronique mesuré peut donc être associé à des taux de combustion bien différents selon la composition de combustible, qu'on peut corréler à des activités de rayonnement gamma bien différentes, à l'une desquelles on peut associer
30 l'activité gamma mesurée par l'autre capteur pour en déduire la composition. On doit cependant écarter la contribution des éléments radioactifs à vie courte, qui dépend du temps de refroidissement du combustible et de

la dernière puissance d'irradiation, c'est-à-dire de paramètres tout différents.

Le dispositif préféré pour conduire ces mesures et ce procédé comprend, outre les détecteurs
5 des deux rayonnements et un boîtier les contenant, des moyens d'accrochage du boîtier à une perche de descente vers le combustible, entreposé dans des alvéoles de stockage immergés en piscine, et des moyens de placement du boîtier à une position définie sur au
10 moins un des alvéoles, voisin de l'alvéole contenant le combustible qui sera objet de l'inspection. Un tel appareil peut être placé à une position bien définie sur la structure d'entreposage du combustible, sans qu'on ait à craindre une erreur de position ou un
15 déplacement intempestif, après quoi il suffit de sortir légèrement le combustible de l'alvéole voisin pour le mettre à hauteur des détecteurs et pouvoir procéder à l'inspection. Le dispositif peut ensuite être transporté vers une autre zone de combustible en
20 déplaçant la perche.

Ces aspects de l'invention ainsi que d'autres seront maintenant décrits au moyen des figures suivantes :

- la figure 1 est une coupe longitudinale de
25 l'appareil dans son environnement ;
- la figure 2 est une coupe transversale de l'appareil ;
- les figures 3 et 4 sont deux coupes longitudinales, agrandies, de l'appareil ;
- 30 • la figure 5 est un graphe d'explication du procédé ;
- et les figures 6 et 7 illustrent deux perfectionnements possibles de l'appareil.

Ainsi que le montre la figure 1, l'appareil, portant la référence 1, est immergé dans une piscine de refroidissement de combustible ; il comprend un boîtier 2 de forme généralement cylindrique, suspendu à une perche de manipulation 3 appartenant à un système déjà existant de l'installation et qui est mobile horizontalement et verticalement. L'appareil 1 peut donc être posé sur une structure 4 d'alvéoles 5 carrés ou hexagonaux de stockage de combustible nucléaire. Comme on le voit aussi à l'aide de la figure 2, le système de placement de l'appareil 1 sur la structure 4 comprend deux tenons 6 placés symétriquement à l'avant et l'arrière du boîtier 1 et vissés à une base 7 commune soudée au fond du boîtier 2 ; les tenons 6 comprennent une platine 8 et, latéralement, deux picots 9 engagés chacun sur un coin d'alvéole 5 et pénétrant dans celui-ci ; les bords externes, tournés vers la structure 4, des picots 9 sont en dépouille de manière à leur permettre d'être introduits sans difficulté dans les alvéoles 5 par un mouvement de descente de la perche 3, puis d'ajuster la position de l'appareil 1 quand ils touchent la structure 4.

Une disposition analogue peut être retenue pour réaliser les moyens d'accrochage de l'appareil 1 à la perche 3 : une base 11 est soudée au sommet du boîtier 2, et une pièce de préhension 12 lui est vissée ; elle porte des prises 13 que saisissent des doigts de préhension 14 mobiles de la perche 3, ce qui permet de retenir fermement l'appareil 1. On aura compris que la pièce de préhension 12 et les tenons 6 sont vissés pour être remplacés par des pièces de forme analogue si l'appareil 1 doit servir avec une autre

perche 3 ou une autre structure 4 sur laquelle il doit être posé.

Le boîtier 1 comprend (voyez aussi les figures 3 et 4) un détecteur de neutrons 15 et un
5 détecteur de rayonnement gamma 16 enfermés dans le boîtier 2. Le détecteur de neutrons 15 est composé d'une chambre de fission 17 qui convertit les neutrons en impulsions électriques, d'un bloc de thermalisation 18 qui ralentit les neutrons avant de les laisser
10 atteindre la chambre de fission 17 et entoure donc celle-ci, et d'un connecteur électrique 19 joint à la chambre de fission 17. Le détecteur de rayonnement gamma 16 comprend un cristal 20 de résolution étroite, ce qui signifie qu'il n'est sensible qu'aux photons
15 d'un niveau d'énergie bien défini. Il peut s'agit d'un cristal de CdZnTe, sensible seulement aux photons émis par les isotopes du césium (^{134}Cs , ^{137}Cs) ; le détecteur 16 comprend encore un connecteur électrique 21 joint au cristal 20. Les connecteurs 19 et 21
20 transmettent les signaux électriques par l'intermédiaire de fils 22 à une installation de mesure 41 située à l'écart de la piscine qui évalue les rayonnements reçus et permet de déduire les débits de rayonnements provenant du combustible, voire
25 d'appliquer automatiquement le procédé décrit plus loin. Ces fils 22 traversent un bouchon étanche 23 fermant le boîtier 2 à l'arrière. Un blindage 24 en plomb ou alliage de tungstène entoure le reste du détecteur de rayonnement gamma 16 et comprend une
30 ouverture de collimation, formant un collimateur arrière, 25. Cette ouverture est conoïde, c'est-à-dire en forme de cône à base elliptique dont le plus grand axe d'ellipse s'étend en direction horizontale ou en

direction de la largeur d'un assemblage 26 d'aiguilles de combustible nucléaire à examiner par l'appareil 1 ; cet assemblage 26 est représenté en position d'examen, partiellement extrait d'un alvéole 5 voisin de ceux sur
5 lesquels l'appareil 1 est retenu. Une perche 27, analogue à la perche 3, est utilisée pour réaliser cette extraction.

Le boîtier 2 est occupé à l'avant par un bouclier 28 en plomb de forme particulière en raison du
10 rayonnement gamma, que les assemblages 26 émettent généralement à une intensité beaucoup plus grande que l'autre. Il comprend une partie fine 29, continue et placée devant le détecteur de neutrons 15, et une partie épaisse 30 percée d'une fente 31, formant un
15 collimateur avant, devant le détecteur de rayonnement gamma 16 qui, comme on le voit, est placé derrière le détecteur de neutrons 15 mais à un niveau supérieur afin de ne pas être gêné par lui. Dans ces conditions, la partie fine 29 du bouclier 28 protège le détecteur
20 de neutrons 15 des photons gamma et la fente 31, qui s'étend sur toute la largeur de l'assemblage combustible 26 mais est très fine dans l'autre direction, et ne laisse passer qu'une faible portion du rayonnement vers le détecteur de rayonnement gamma 16,
25 qui n'est donc pas saturé ; et le détecteur de neutrons 15 est protégé des photons arrivant du sommet de l'assemblage 26 par la partie épaisse 30, qui le couvre. L'ouverture 25 de collimation arrière a pour fonction d'arrêter encore une partie du rayonnement qui
30 arrive jusqu'à lui, mais doit tout de même avoir une surface d'ouverture suffisante au fond pour que tout le cristal 20 soit exposé au rayonnement. Le détecteur de rayonnement gamma 16 peut coulisser en frottant dans le

boîtier 2, ce qui permet d'ajuster sa position axiale et de régler la collimation globale. Il peut être guidé par des rails non représentés.

L'appareil 1 tel qu'il est représenté à la figure 1 est prêt à fonctionner, et la figure 5 permettra de saisir immédiatement le principe d'une mesure : le compte des neutrons reçus par le détecteur 15 est un nombre n ; les courbes d'activités neutroniques d'un assemblage d'oxyde d'uranium et d'un assemblage mixte d'oxydes d'uranium et de plutonium en fonction du taux de combustion, ou de l'irradiation de l'assemblage, sont données par les courbes $n(U)$ et $n(U, Pu)$. Si on suppose que le combustible est de l'oxyde d'uranium pur, on déduira que le taux de combustion est TC ; on s'attendra alors à mesurer une activité $\gamma(U)$ à l'aide d'une courbe γ donnant l'activité en fonction du taux de combustion (cette courbe est valable pour les deux compositions de combustible). Si l'activité mesurée par le détecteur 16 est proche de cette valeur, l'hypothèse de départ sera vérifiée : le combustible est bien de l'oxyde d'uranium pur. Sinon, il s'agira du mélange d'oxydes. On peut bien entendu faire une autre vérification et estimer aussi le taux de combustion TC' pour lequel le combustible mixte donnerait l'activité neutronique n mesurée, puis en déduire l'activité $\gamma(U, Pu)$ qu'on devrait alors obtenir et vérifier si cette valeur correspond à celle qu'on mesure effectivement. Il est manifeste que ce procédé peut être appliqué à la discrimination de plus de deux compositions de combustibles nucléaires si on le souhaite, et même si leurs courbes de rayonnement gamma sont différentes.

Deux autres perfectionnement possibles seront donnés sur les figures 6 et 7. Si le rayonnement gamma reçu par le détecteur 16 doit être plus réduit que pour la solution représentée ci-dessus, on peut
5 changer le système de collimation et remplacer la fente 31 du blindage 29 par une fente 32 en éventail, s'ouvrant vers l'assemblage 26 de combustible en direction de sa largeur (la direction verticale sur la figure 6). La hauteur de la fente 32 est identique à
10 celle de la fente 31. Le rayonnement collimaté converge vers un foyer 33 qui peut être placé derrière ou devant le détecteur de rayonnement gamma 16 ; l'ouverture du collimateur arrière, ici associée à la référence 34, est d'un angle identique à celui de la fente avant 32,
15 et si le collimateur arrière est placé derrière le foyer 33, l'ouverture 34 s'ouvre vers le cristal 20. Cette construction permet de réduire la quantité de rayonnement captée par le cristal 20 tout en conservant l'avantage que la fente 34 s'ouvre sur toute la surface
20 du cristal 20, et la fente 32 sur toute la largeur de l'assemblage 26.

Le procédé et l'appareil tel qu'ils ont été expliqués jusqu'ici sont surtout efficaces pour vérifier l'ensemble de l'assemblage 26, mais on pourra
25 envisager d'avoir à affronter une substitution, plus difficile à détecter, de certaines des aiguilles seulement de cet assemblage. Un procédé permettant d'obtenir une image individuelle des aiguilles de combustible consisterait à faire tourner l'appareil 1
30 autour de l'assemblage 26, à l'arrêter à certains emplacements déterminés et à prendre les mesures de l'activité de l'assemblage 26 à chacun de ces emplacements, avant de calculer la contribution de

chacune des aiguilles en appliquant un calcul d'inversion d'un système matriciel tenant compte de l'éloignement des aiguilles pour chaque mesure. De tels procédés tomographiques sont cependant couramment
5 utilisés, y compris dans le domaine nucléaire, si bien qu'il est inutile d'en détailler des exemples.

Une autre façon de procéder consisterait à consacrer la mesure à une seule aiguille ou à un petit nombre d'aiguilles. On pourrait alors adopter le
10 système de la figure 7, où le boîtier 2 est remplacé par un boîtier composite 35 formé de deux enveloppes concentriques, une enveloppe externe 36 porteuse des moyens d'accrochage à la perche 3 et de placement sur la structure 4, ainsi que d'un moteur 37, et une
15 enveloppe interne 38 porteuse des détecteurs 15 et 16 et du bouclier 28. Les enveloppes 36 et 38 seraient mobiles l'une par rapport à l'autre grâce à des paliers 39 intermédiaires, disposés sur deux cercles, près des extrémités de l'appareil 1. L'enveloppe interne 38
20 serait munie d'une couronne dentée 40 qui engrènerait avec un pignon de sortie 41 du moteur 37 afin que ce dernier puisse faire tourner l'enveloppe interne 38 : on pourrait alors placer la fente 31 (ou 32)
verticalement, dans la direction d'allongement des
25 aiguilles de combustible, de sorte que le rayonnement gamma mesuré ne proviendrait que d'une aiguille unique ou d'un petit nombre d'aiguilles situées dans le prolongement de la fente. Le moteur 37 serait commandé de l'extérieur, par une télécommande ou par des fils
30 non représentés. On pourrait envisager aussi de prévoir des butées pour arrêter le déplacement de l'enveloppe interne 38 à une position de fente 31 verticale et une position de fente 31 horizontale, et donc limiter son

mouvement à un quart de tour ; une limitation du mouvement à un demi-tour serait aussi à envisager, pour placer la fente 31 à deux positions verticales différentes sans avoir à déplacer l'appareil 1, ce qui
5 est possible puisque la fente 31 ne passe pas par le centre des boîtiers 36 et 38.

REVENDECATIONS

1. Procédé de discrimination de combustibles nucléaires d'après leurs compositions, caractérisé en ce qu'il consiste à mesurer deux rayonnements émis par le combustible, à déduire un taux de combustion (TC) du combustible à partir de la valeur mesurée (n) d'un des rayonnements en supposant que le combustible est d'une composition déterminée, à estimer une valeur d'émission de l'autre des rayonnements en fonction de la composition supposée et du taux de combustion déduit du combustible, à comparer cette valeur estimée d'émission à la valeur mesurée (γ) de l'autre des rayonnements, à conclure que la composition supposée du combustible est la composition réelle si les valeurs composées sont proches, et que le combustible a une autre composition sinon.

2. Procédé de discrimination suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un des rayonnements est neutronique et l'autre des rayonnements est un rayonnement gamma sur une bande d'énergie d'émission d'au moins un élément radioactif à vie longue.

3. Dispositif de discrimination de combustibles nucléaires présents dans une installation comprenant une structure sous-jacente à alvéoles d'entreposage immergée dans une piscine, comprenant un premier détecteur (15) d'un premier rayonnement, un second détecteur (16) d'un second rayonnement, un boîtier (2) étanche contenant les détecteurs, caractérisé en ce qu'il contient des moyens d'accrochage du boîtier (13, 14) à une perche (3) de descente vers le combustible et des moyens de placement (6, 9) du boîtier à une position déterminée sur au

moins un des alvéoles (5), voisin d'un alvéole contenant le combustible nucléaire (26) objet de la discrimination.

5 4. Dispositif de discrimination de combustibles nucléaires suivant la revendication 3, caractérisé en ce que l'un des détecteurs est un détecteur de rayonnement gamma placé derrière deux collimateurs en prolongement (25, 31; 32, 34), dont un collimateur arrière, situé juste devant ledit détecteur
10 et s'ouvrant sur toute une surface de détection d'un corps de détection, et un collimateur avant, à section en fente allongée en direction transversale d'un élément du combustible.

15 5. Dispositif de discrimination de combustibles suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le boîtier comprend une partie fixe (36), portant les moyens d'accrochage, et une partie mobile (38) pivotant sur la partie fixe de façon à faire tourner la fente d'un quart de tour ou d'un demi-tour.

20 6. Dispositif de discrimination de combustible nucléaire suivant l'une quelconque des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que la fente a une dimension d'allongement variable et s'évase vers l'élément de combustible.

25

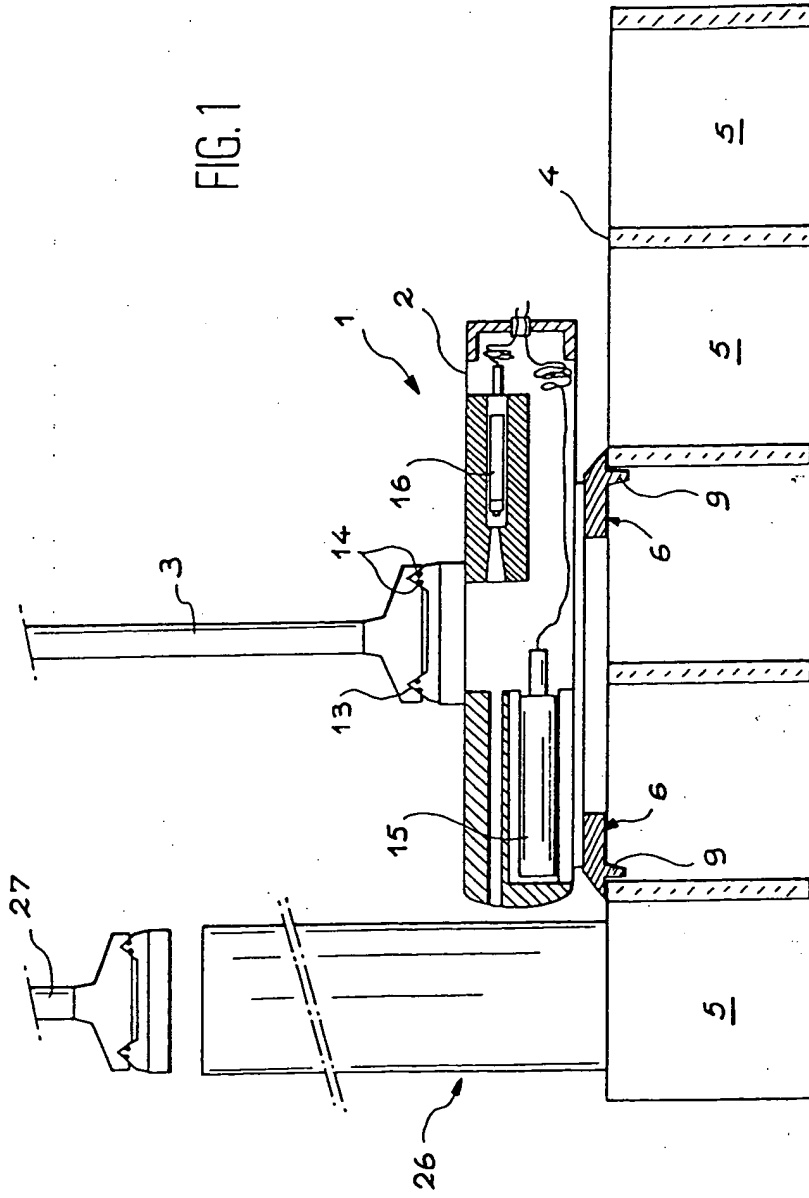


FIG. 2

